



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

EVALUACIÓN DE DAÑO CAUSADO POR EL BARRENADOR PEQUEÑO DEL  
FRUTO DEL AGUACATE (*Conotrachelus perseae* Barber) EN MEYUCA DE  
MORELOS, COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MÉXICO.

TESIS

QUE COMO REQUISITO OFICIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

PRESENTA:

FERNANDO BECERRIL GARDUÑO

MODALIDAD: TESIS

ASESOR:

DR. ÁLVARO CASTAÑEDA VILDOZOLA



ABRIL DEL 2017

CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", EL CERRILLO  
PIEDRAS BLANCAS, TOLUCA, MÉXICO

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	1
DEDICATORIAS .....	2
INDICE DE FIGURAS.....	5
INDICE DE CUADROS.....	6
RESUMEN .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. OBJETIVOS .....	11
III. HIPÓTESIS.....	12
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
4.1 Aspectos Históricos del cultivo del aguacate .....	13
4.2 Estados productores de aguacate en México. ....	14
4.3 Distribución de aguacate en el Estado de México. ....	14
4.4 Problemática fitosanitaria .....	14
4.5 Antecedentes como plaga cuarentenaria.....	15
4.6 Determinación de estadios larvales .....	17
4.7 Barrenador pequeño de la semilla del aguacatero ( <i>Conotrachelus perseae</i> Barber .....	19
4.7.1 Ubicación Taxonómica .....	19
4.7.2 Antecedentes .....	19
4.7.3 Daños .....	20
4.8 Ciclo Biológico.....	20
4.9 Descripción.....	20
4.9.1 Huevo .....	20
4.9.2 Larva .....	20
4.9.3 Pupa.....	21
4.9.4 Adulto .....	21
4.9.5 Macho de <i>Conotrachelus perseae</i> Barber .....	21
4.9.6 Hembra de <i>Conotrachelus perseae</i> Barber .....	21
4.10 Municipios libres de barrenadores en el Estado de México .....	22
4.11 Métodos de control .....	22
4.11.1 Control cultural .....	22
4.11.2 Control Químico .....	23

4.11.3	Control biológico .....	23
4.11.4	Control legal.....	23
V.	JUSTIFICACIÓN .....	24
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
6.1	Ubicación de la zona de estudio .....	26
6.2	Colecta de material .....	26
6.3	Extracción de huevecillos y larvas .....	28
6.4	Preparación de las cápsulas cefálicas para la determinación de estadios larvarios .....	28
6.5	Toma de fotografías.....	29
6.6	Análisis estadístico de los datos .....	29
6.7	Biología de <i>Conotrachelus perseae</i> B. en observaciones de campo. ....	30
6.7.1	Huevo.....	30
6.7.2	Larva. ....	30
6.7.3	Pupa.....	30
6.7.4	Adulto .....	31
VII.	RESULTADOS.....	32
7.1	Ciclo de vida de <i>Conotrachelus perseae</i> en Meyuca de Morelos, Estado de México.....	32
7.1.1	Huevo.....	32
7.1.2	Larva. ....	33
7.1.3	Prepupa. ....	33
7.1.4	Pupa.....	33
7.2	Evaluación de daños causados por <i>C. perseae</i> .....	35
7.3	Determinación de estadios larvarios en <i>C. perseae</i> .....	39
7.4	Enemigos naturales de <i>Conotrachelus perseae</i> .....	43
VIII.	DISCUSION GENERAL.....	44
IX.	CONCLUSIONES .....	46
X.	RECOMENDACIONES.....	47
XI.	BIBLIOGRAFIA .....	48

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio en Meyuca de Morelos, municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.	18
Figura 2. Fruta colectada variedad Fuerte, a) Frutos colectados directamente del árbol con posible daño de <i>Conotrachelus perseae</i> , b) Frutos colocados en bolsas plásticas con posible daño de <i>Conotrachelus perseae</i> .	19
Figura 3. Extracción de huevecillos y larvas, a) Pulpa dañada por <i>Conotrachelus perseae</i> , b) semilla de aguacate dañada por <i>Conotrachelus perseae</i> .	20
Figuras 4 a la 11. 4); <i>Conotrachelus perseae</i> . 5); Fruto de aguacate Fuerte con signos de daño causados por <i>C. perseae</i> . 6); Huevos de <i>C. perseae</i> . 7); Fruto infestado por larvas de <i>C. perseae</i> . 8); Larvas introduciéndose al suelo para pupar. 9); Adultos tenerales. 10); Hembra en vista lateral. 11); Macho en vista lateral.	27 29
Figura 12. Numero de perforaciones por cada fruto en 1960 frutos.	31
Figura 13. Numero de larvas por fruto en 1960 frutos.	
Figura 14. Distribución de frecuencias de las medidas del ancho de las cápsulas cefálicas (mm) en larvas de <i>Conotrachelus perseae</i> . Gráfica generada por el programa Hcap.	32
Figura 15. Regresión lineal entre el logaritmo natural de los valores promedio del ancho de la cápsula cefálica y el número de estadios larvarios de <i>Conotrachelus perseae</i> .	34

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Fecha y cantidad de frutos colectados en Meyuca de Morelos, Coatepec Harinas en el año 2015.	19
Cuadro 2. Fecha de recolección de frutos, total de frutos disectados, frutos sin perforaciones, total de larvas y total de huevecillos encontrados en cada fecha correspondiente.	28
Cuadro 3. Medias, Intervalo, y Probabilidades de Error para el Ancho de la Cápsula Cefálica de cinco Estadios Larvales de <i>Conotrachelus perseae</i> , Calculados con el Programa Hcap.	33

## RESUMEN

### **EVALUACIÓN DE DAÑO CAUSADO POR EL BARRENADOR PEQUEÑO DEL FRUTO DEL AGUACATE (*Conotrachelus perseae* Barber) EN MEYUCA DE MORELOS, COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MÉXICO.**

Fernando Becerril Garduño. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Asesor: <sup>1</sup> Dr. Álvaro Castañeda Vildózola.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Universitario El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas. Municipio de Toluca, México, Código Postal 50200. Tel. (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31 [acastanedav@uaemex.mx](mailto:acastanedav@uaemex.mx)

En esta investigación se estudiaron los aspectos biológicos de *Conotrachelus perseae*, determinación de estadios larvarios y la medición de sus daños sobre frutos de aguacate, en la comunidad de Meyuca de Morelos, Coatepec Harinas. Este insecto presentó los estados biológicos de huevo, larva, pupa y adulto. Con los datos obtenidos en los muestreos de campo y lo observado en laboratorio se concluyó que el ciclo de vida de *C. perseae* es de 142.02 días aproximadamente. De acuerdo al análisis generado por el programa Hcap, se sugiere la presencia de cinco estadios larvales en *C. perseae*. El ancho de la cápsula cefálica estuvo comprendido entre 189 a 1584  $\mu$ m. Durante los meses de febrero a octubre, cosechó un total de 2756 frutos con signos de daño atribuidos a *C. perseae*, todos los estados de desarrollo del insecto estuvieron presentes a lo largo del año causando en general un 40 a 50% de daño. De acuerdo a la categorización de daño, tomando como referencia el número de perforaciones sobre los frutos causados por las hembras de *C. perseae*, se contabilizó un 45% de frutos con signos de daño, pero que no mostraron presencia de huevos ni de larvas. La mayoría de los frutos con daño mostraron de 1 a 3 perforaciones, sin embargo un buen porcentaje de frutos mostró 4 a 6 perforaciones, seguido de 7 a 9. Los frutos con más de 10 a 17 perforaciones fue muy bajo. En cuanto al número de larvas por fruto, se registraron de una hasta 17 larvas por fruto. El número frecuente de larvas por fruto fue de una a tres, sin embargo también predominó el número de cuatro a seis y siete a nueve larvas por frutos. Los frutos con más de 10 larvas, fueron muy escasos. Finalmente, observó un exoparasitoide gregario del género *Bracon* spp., parasitando una larva de barrenador pequeño de la semilla del

aguacate. La presencia de parasitoides fue muy bajo, por lo que se requieren estudios más amplios al respecto para proporcionar información más completa sobre los parasitoides asociados al *C. perseae*

Palabras clave: picudos del aguacate, plaga cuarentenaria, daño, estadios larvarios.

## I. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.: Lauraceae) es una especie que tiene como posible centro de origen y diversificación a México y Centroamérica, ya que en México se encontraron algunas evidencias arqueológicas de la utilización y selección de este cultivo desde hace más de 10 000 años en el país, siendo en cuevas de Tehuacán, Puebla donde se encontraron las primeras semillas de aguacate (Schafer y Wolstenholme, 2002).

Comercialmente México es el principal productor a nivel mundial de esta especie frutal, seguido por Chile, Indonesia, Republica Dominicana, Estados Unidos, Colombia, Perú, Kenia y Brasil. En 2015 México produjo 1, 644, 225.86 toneladas (SIAP, 2015), los principales estados productores del país son Michoacán, Jalisco, Estado de México, Nayarit y Guerrero. El Estado de México ocupa actualmente el tercer lugar con una producción en 2015 de 89,040.10 toneladas (SIAP, 2015).

En nuestro país existen diferentes registros del número de especies de plaga que atacan al aguacate, algunas de estas se consideran de gran importancia y otras como secundarias, dentro de las primeras tenemos a los trips, barrenadores y ácaros, y en las secundarias se reportan a algunos lepidópteros, escamas, mosquita blanca, etc. (Téliz, 2000).

Los insectos barrenadores de tallos, ramas y frutos son considerados plagas de tipo cuarentenario donde se encuentran cinco especies de Curculiónidos; el barrenador de ramas *Copturus aguacatae* Kissinger; los barrenadores pequeños de la semilla *Conotrachelus perseae* Barber y *C. aguacatae* Barber, el barrenador grande de la semilla del aguacatero *Heilipus lauri* Boheman, el barrenador del tallo *Heilipus albopictus* Champion y un lepidóptero de la familia Elasmobranchidae, la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate *Stenomoma catenifer* Walsingham, son las más importantes y su presencia en México origino la implementación de la cuarentena impuesta por el gobierno de los Estados Unidos de América al aguacate mexicano en 1919 (SAGARPA, 2002).

*Conotrachelus perseae* es una especie poco estudiada en México, fue descrita a partir de especímenes recolectados en Guatemala (Barber 1919). Actualmente se tienen registros de su presencia en México, Honduras, y Costa Rica (Whitehead 1979).



En México, Muñiz (1970), Coria-Avalos (1999), Castañeda-Vildózola *et al.* (2013) y Castañeda-Vildózola *et al.* (2015), documentaron a esta especie en los estados de Michoacán, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Los adultos de *C. perseae* son de hábitos nocturnos y las hembras colocan los huevos en el interior de los frutos. Al eclosionar las larvas se alimentan de las semillas; una vez completado su desarrollo larval, abandonan los frutos para pupar en una celda de pupación que es construida de suelo. El porcentaje de daño ocasionado por *C. perseae* cuando no se emplean medidas de control, son del 40 al 70% (Coria-Ávalos 1999, Castañeda-Vildózola *et al.* 2013). Estudios biológicos y evaluación de daños son importantes para la implementación posterior de estrategias de manejo racional de insectos plaga que afectan a cultivos de alto valor comercial.

## II. OBJETIVOS

### **General:**

Diagnosticar la situación actual del barrenador pequeño del fruto de aguacate (*Conotrachelus perseae*) en Meyuca de Morelos, Estado de México con el propósito de cuantificar el daño ocasionado en frutos de aguacate.

### **Específicos:**

- Identificar la presencia de barrenador pequeño del fruto de aguacate (*Conotrachelus perseae*).
- Determinar los estados de desarrollo de *C. perseae* a lo largo del ciclo productivo del aguacate.
- Evaluar el porcentaje de daño ocasionado por esta plaga

### **III. HIPÓTESIS**

Al conocer el ciclo biológico de *C. perseae* y la medición de daño que causa es posible prevenir sus efectos nocivos en el cultivo del aguacate.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Aspectos Históricos del cultivo del aguacate

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es una especie que aparentemente se originó a lo ancho del área geográfica oriental y central de México, en las partes altas de Guatemala y en las costas del pacífico de América central. Evidencias arqueológicas indican que la selección y utilización de este cultivo tiene en México más de 10,000 años, debido a que se encontraron semillas en cuevas del valle de Tehuacán, en el estado de Puebla; durante este tiempo se observó una selección progresiva en el aumento del tamaño de los frutos, las semillas descubiertas fueron comparadas con los niveles de excavación en las cuevas y se encontró que tenía otras cualidades deseadas (Schaffer y Wolstenholme, 2002).

Actualmente se reconocen tres razas botánicas de aguacate: mexicana, guatemalteca y antillana. La raza mexicana tiene como principal característica ser muy resistente al frío, así como también su alto contenido de aceite. El tamaño del fruto es variable, con tendencia a pequeño. La raza guatemalteca posee un fruto de tamaño pequeño y forma redonda, cuya característica principal es su cáscara gruesa. La raza antillana se adapta a clima tropical y es más tolerante a la salinidad, también tiene un lapso de flor a fruto bastante corto y el tamaño de su fruto es mayor que las otras razas. Dentro de las variedades más importantes se encuentran Hass, Fuerte, Red, Bacón, Pinketon y Gwen (SAGARPA, 2011).

Durante la época de la conquista española, el aguacate fue introducido en diferentes regiones de América y Europa y a finales del siglo XIX y XX, tanto la producción como el consumo de aguacate se han incrementado. En un principio, las razas mexicana y antillana fueron predominantes, sin embargo con la difusión de la técnica de injerto apareció la variedad denominada “Fuerte”, y posteriormente, en las décadas de los 50s y 70s, el cultivo se diversificó y se originaron nuevas variedades destacando: Hass, Fuerte, Bacon, Rincón, Zutano y criollos raza mexicana (Sánchez *et al.*, 1998).

#### **4.2 Estados productores de aguacate en México.**

Los estados con mayor producción de aguacate son Michoacán, Jalisco, Estado de México, Nayarit y Morelos que comprenden más del 72.7% de la superficie total cultivada. En Michoacán para 2015 se cultivó el 78.6% de la producción en México, con una producción aproximada de 1.62 millones de toneladas de fruta que correspondieron al 84.89% del volumen de la producción nacional (SIAP-SAGARPA. 2015).

#### **4.3 Distribución de aguacate en el Estado de México.**

En el Estado de México el aguacate se desarrolla al sur, en una franja interior de este a oeste en el eje neo volcánico y Nevado de Toluca en la que se pueden ubicar al menos 3 ambientes climáticos diferentes que son templado, intermedio y cálido, con alturas de 2300, 2000, y 1700 msnm respectivamente (Monteagudo-Rodríguez, 2011).

Dicha franja incluye municipios de Ocuilán, Malinalco, Joquicingo, Zumpahuacán, Tenancingo, Villa Guerrero, Ixtapán de la Sal, Coatepec Harinas, Sultepec, Almoloya de Alquisiras, Temascaltepec, San Simón de Guerrero, Tejupilco, Amatepec, Oztolapan, Santo Tomás de los Plátanos, Amanalco de Becerra, Valle de Bravo, Donato Guerra, Villa de Allende e Ixtapán del Oro; y se prolonga con los estados de Morelos y Michoacán (Monteagudo-Rodríguez, 2011). El municipio de Coatepec Harinas, cultiva 3,908.50 hectáreas, siendo uno de los más importantes a nivel estatal (SIAP 2015).

#### **4.4 Problemática fitosanitaria**

Existen diversas plagas y enfermedades que atacan al aguacate, pero actualmente el gobierno mexicano y productores están centrados en el manejo de aquellas plagas que limitan la exportación, entre las que se encuentran *Conotrachelus perseae*, *C. aguacatae*, *Helipus lauri*, *Copturus aguacatae* y *Stenomoma catenifer*; en cuanto a enfermedades del fruto, se encuentran antracnosis *Colletotrichum gloesporioides*, pudriciones del fruto causado por *Phytophthora* spp. Otras plagas importantes son los trips (*Heliothrips* spp y *Scirtothrips* spp.), araña cristalina (*Oligonychus* spp.), araña roja (*Tetranychus urticae*) y larvas de lepidóptero como *Amorbia* y *Grassilaria* (Sánchez *et al.*, 1994; Castañeda-Vildózola, 2008).

#### 4.5 Antecedentes como plaga cuarentenaria

A pesar de la gran cantidad de organismos que afectan la producción comercial de aguacate, en México la atención se enfoca a las plagas que limitan sus posibilidades de comercializar. Dentro de estas destacan el complejo de barrenadores del fruto: *Conotrachelus perseae*, *C. aguacatae*, *Heilipus lauri*, y *Stenoma catenifer*; al barrenador de ramas *Coptorus aguacatae*, barrenador de tallos *Heilipus albopictus* y por las enfermedades como la antracnosis (*Colletotricum gloeosporoides* (Penzing & Saccardo), la tristeza (*Phytophthora cinnamomi* Rands) y la roña (*Sphaceloma persea* Jenkins); otras plagas de menor importancia lo representan los trips (*Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche) y *Scirtothrips aguacatae* Johansen & Mojica.), ácaros (*Oligonychus persea* Tuttle, Baker & abbatello y *O. punicae* (Hirst)) y larvas de Lepidoptera de los géneros *Amorbia* y *Grassialaria* (Peña et al. 2012). A nivel mundial el cultivo del aguacate tiene un complejo de plagas amplio, pero de este grupo los que restringen la movilización del fruto en México hacia los mercados internos y externos lo representan el complejo de barrenadores de la semilla y barrenadores de ramas (Leos-Rodriguez et al. 2003).

El complejo de barrenadores de la semilla del aguacate está conformado por especies que tienen como hospederos a plantas de la familia Lauraceae, con amplia distribución en las zonas tropicales y subtropicales de América. La palomilla barrenadora de la semilla del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), se distribuye desde México, Centroamérica y Sudamérica, tiene la capacidad de afectar a una gran cantidad de especies de la familia Lauraceae en Centro y América del Sur, todas las variedades de aguacate son susceptibles de ser atacadas. En México, su presencia está limitada a aguacates que se desarrollan a alturas inferiores a los 1000 msnm (Cervantes-Peredo et al. 1999). Los adultos tienen capacidad de vuelo limitada y una alta tasa de oviposiciones, colocando más de 240 en una sola ocasión. Se han registrado hasta tres generaciones al año de esta especie. Los frutos de todos los tamaños del aguacate son susceptibles de ser atacados por la palomilla, y cuando son atacados en las primeras etapas de desarrollo caen del árbol antes de que alcancen tamaño de corte (Cervantes-Peredo et al. 1999). Más del 80% de los árboles de aguacate en algunas huertas de Brasil son infestados (no en variedad

Hass), y más del 80 % cae antes de que alcancen el tamaño comercial de corte (Ventura *et al.*, 1999).

Otros reportes indican que no ataca a la variedad Hass en América del Sur, pero llega a dañar a más del 54 % de los otros cultivares (Arellano-Cruz, 1998). Recientemente Palacios-Torres *et al.* (2011) documentó la preferencia de *S. catenifer* por frutos de aguacate Hass en Querétaro, México, lo cual representa un riesgo para esta variedad de aguacate ampliamente cultivada en la principal zona productora de Michoacán.

El barrenador grande de la semilla del aguacate *H. lauri*, es una especie monófaga, sus únicas planta hospedera conocidas son el aguacate y el chinini *Persea scheideana*. Su presencia ha sido registrada en México y Colombia. En México su distribución incluye los estados de Puebla, Morelos, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca, Estado de México y Guerrero. En el caso de aguacate, ataca los frutos tanto de genotipos criollos como cultivares comerciales. En el Estado de México, *H. lauri* causa daño en frutos de aguacate Hass, Fuerte y Colín V-33. En Morelos *H. lauri* tiene preferencia por frutos de aguacate criollo, *P. americana* var. *drymifolia* y los cultivares Choquette, Fuerte Hass (Medina-Quiroz 2005 y Castañeda *et al.* 2013).

Castañeda *et al.* (2013) mencionó que *H. lauri* es una especie diurna, las hembras perforan los frutos con sus rostrum para ovipositar un huevo por perforación y tiene la capacidad de ovipositar hasta 36 huevos/mes. Las larvas son ápodas, éstas barrenan inicialmente la pulpa de los frutos para finalmente alojarse en la semilla donde complementa todo su ciclo hasta la emergencia del nuevo adulto. Castañeda *et al.* (2013), reportan que en condiciones de laboratorio de  $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 60-70% HR y fotoperiodo 12:12, los estados de desarrollo de *H. lauri* tienen la siguiente duración: huevo es de  $10,87\pm 0,45$  días, larva  $48,51\pm 2,30$  días y pupa  $15,32\pm 1,58$  días. El adulto presentó una longevidad  $309,55\pm 86,72$  días y una fecundidad promedio de  $498.47\pm 208.85$  huevos/hembra. Leos *et al.* (2003) señalan que la presencia de *H. lauri* en huertos comerciales constituye una amenaza para la comercialización nacional e internacional.

El barrenador pequeño del aguacate, *C. perseae* es considerada como la plaga más importante en el cultivo de aguacate en la región de Michoacán ya que puede causar pérdidas de un 40% hasta 85 % en la producción al provocar la caída de frutos (GIIIA,

2013). La presencia de *C. perseae* ha sido documentada en México, Guatemala, Honduras y Costa Rica. En el caso de México (Muñiz 1970, Coria-Avalos 1999; Castañeda-Vildózola et al. 2013, Castañeda-Vildózola et al. 2015) documentaron su presencia en Puebla, Oaxaca, Michoacán, Estado de México e Hidalgo.

*C. perseae*, es una especie de hábitos nocturnos, daña los frutos desde que alcanzan 2.0 cm de diámetro. Las hembras perforan los frutos para ovipositar. Castellanos (2000) encontró que cada fruto puede tener entre 3 y 4 larvas, mientras que CESAVEM en el estado de México realiza muestreos encontrando desde una hasta 21 larvas por fruto. Los síntomas de infestación sobre los frutos son pequeñas perforaciones con ubicación apical, media o basal en forma de semiluna rodeadas de savia cristalizada (perseitol) y excremento. La larva se alimenta de la pulpa y la semilla, concluido el estado larval los frutos se caen al suelo debido a la destrucción de la semilla, posteriormente se incuban en el suelo para pupar a una profundidad de 3-11 cm (Llanderal y Ortega 1990). Coria (1999), realizó un estudio en Michoacán sobre la biología de *C. perseae* y concluye que el ciclo de vida requiere de 169 días con una a dos generaciones por año.

#### **4.6 Determinación de estadios larvales**

Un estadio se define como el periodo de una muda a otra, por lo tanto el primer estadio inicia con la emergencia de la larva del huevo hasta la primera muda y el último estadio abarca la última muda y finaliza con el estado de prepupa o pupa para finalmente convertirse en adulto (Esperk et al, 2007).

La medición del ancho de la capsula cefálica, ha sido la técnica más empleada para la determinación de instares larvales. En 1890 Dyar buscó establecer un criterio por el cual fuese posible determinar, por simples matemáticas la corroboración de estadios observados. Esto se basó en la aparente similitud entre los anchos cefálicos (genas) observados y esperados de todos los estadios de las larvas, Dyar encontró que los anchos de las cabezas son (relativamente) estables durante un tiempo. Esta técnica puede presentar poca o ninguna dificultad en la separación de estadios larvales, sin embargo puede haber traslapes entre estadios que causen incertidumbre en la determinación apropiada de un estadio en particular.



Esperk *et al.* (2007), concluyeron que existe rompimiento las reglas sobre la estabilidad del número de estadios larvarios. A nivel intraespecífico puede existir variabilidad en el número de instares larvarios y que puede suceder en insectos hemimetábolos y holometábolos. Las causas pueden ser atribuidas a factores climáticos como temperatura, fotoperiodo, humedad, calidad y cantidad de alimento y densidad de insectos en la superficie.

El número de estadios larvales puede estar influenciado por los hábitos del insecto, así como las condiciones ambientales, alimentación, entre otros factores, además que la regla propuesta por Dyar en 1890 fue creada para lepidópteros, pero se ha venido adoptando para conocer los estadios por los que pasan otros insectos como es el caso de los Curculiónidos, los cuales en su mayoría completan o pasan la mayor parte de su vida dentro de tejido vegetal, principalmente el estado de larva, donde estos son activos.

Existen muchas investigaciones en insectos sobre la determinación de estadios, algunos se ajustan perfectamente a la regla de Dyar, como es el caso de *Conotrachelus psiidi*, donde se reporta que este insecto pasa por cuatro estadios larvales (Bailez *et al.*, 2003) Raccete (1992), reporto que *C. nenuphar* de igual forma pasa por cuatro estadios de larva. La presencia de cuatro estadios larvarios también fue observado en otras especies de Curculionidae como *Adosomus sp.*, *Rhyssomatus subtilis*, *Pissodes castaneus*, *P. yunnanensis*, *P. punctatus*, *Listronotus bonariensis* Kusche (Goldson *et al.*, 2001, Panzavolta 2007, Wang *et al.*, 2009, Williams y Langor 2011, Cazado *et al.*, 2014).

En *Conotrachelus perseae* (Coria, 1999), realizo un estudio sobre el ciclo de vida de este barrenador, donde llega a la conclusión que pasa por seis estadios de larva, pero este estudio carece de sustento estadístico, ya que solo realizó observaciones de campo sin llegar a medir la anchura de las capsulas cefálicas. También en ese año Salinas (1999), determino los estadios de *Conotrachelus perseae* para el estado de Michoacán donde concluye que el insecto pasa por cinco estadios larvales.

#### **4.7 Barrenador pequeño de la semilla del aguacatero (*Conotrachelus perseae* Barber): Coleóptera: Curculionidae.**

##### **4.7.1 Ubicación Taxonómica**

**Phylum:** Arthropoda, **Subphylum:** Atelocerata, **Superclase:** Hexápoda, **Clase:** Insecta, **Subclase:** Pterygota, **Division:** Endopterygota, **Orden:** Coleoptera, **Suborden:** Polyphaga, **Superfamilia:** Curculionoidea, **Familia:** Curculionidae, **Subfamilia:** Cryptorhynchinae, **Genero:** *Conotrachelus*, **Especie:** *Conotrachelus perseae* Barber (Borror, 1979) citado por Castañeda (2008).

##### **4.7.2 Antecedentes**

Barber (1919), escribió sobre los picudos que atacan a las semillas de aguacate, usando larvas provenientes de semillas infestadas en Guatemala. Así describió por primera vez *C. perseae*, dándole mayor importancia a ciertas características del macho. Años más tarde, Mann (Citado por Barber, 1923), colectó larvas localizadas en frutos caídos debajo de árboles de aguacatero en la comunidad de Huascato, Jalisco en Mayo de 1923. A dichas larvas las llamo “Rhynchophorus”, y cuando los adultos emergieron los reporto como *Conotrachelus*.

En 1970 Muñiz, reviso material procedente de varias localidades aguacateras de México, en las que espero encontrar las tres especies de *Conotrachelus* que infestan frutos de aguacate: *C. serpentinus*, *C. aguacatae* y *C. perseae*, pero localizo solo las dos últimas. Reconoció que *C. perseae* ha sido recolectado en las zonas aguacateras de las vertientes del Golfo de México, pero que era muy probable que existieran en otras regiones del sureste de México y era posible que se pueda establecer una comunidad de esta especie hasta Guatemala, país donde esta especie fue encontrada por primera vez.

Años más tarde Whitehead (1979), reporto registros de su presencia en México, Honduras y Costa Rica. Por otra parte (Coria-Avalos, 1999, Castañeda-Vildozola et al. 2003, Castañeda-Vildózola et al. 2015), documentaron a esta especie en los estados de Michoacán, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca y Puebla.

### **4.7.3 Daños**

Los síntomas se detectan como pequeñas perforaciones en la parte apical, media o basal del fruto, estas perforaciones las hace la hembra con el *rostrum* y deposita los huevos preferentemente en frutos de la mitad inferior del árbol (Téliz y Mora, 2007).

El porcentaje de daño ocasionado por *C. perseae* cuando no se emplea medidas de control son del 40 al 70% (Coria-Avalos, 1999; Castañeda-Vildozola *et al.* 2013).

## **4.8 Ciclo Biológico**

En 1990 Llanderal y Ortega, encontraron que el ciclo de vida de los machos es de 76.55 días y el de las hembras de 78.5 días. Coria (1990), realizó un estudio de *C. perseae* en Michoacán sobre el ciclo de vida y concluyó que es de 169 días, por otro lado en Tacámbaro, Michoacán, Salinas (1999), documenta que la duración de ciclo de vida del *Conotrachelus perseae* es de 12 a 13 semanas con dos generaciones al año, mientras que Castellanos y Olguín (2000), reporta que el ciclo de vida tiene una duración de 8 a 10 semanas y presenta de una a dos generaciones por año.

## **4.9 Descripción**

### **4.9.1 Huevo**

Son ovalados, semitransparentes y cuando están cerca de la eclosión son de color grisáceo y se les encuentra insertados en los frutos (Castellanos y Olguín, 2000). El periodo para la emergencia del huevo es de 4 a 13 días después de la ovoposición (Castañeda *et al.*, 2010). Coria (2009), reporta que los huevecillos miden menos de 1.0 mm y son ovipositados de manera individual o en masas de tres a cuatro por ovipostura y se encuentran preferentemente en la parte basal de los frutos pequeños y medianos, aunque cualquier parte del fruto puede ser atacado; sin embargo las mayores incidencias se han observado en frutos ubicados en el tercio inferior del árbol.

### **4.9.2 Larva**

La larva desarrollada es ápada, de cuerpo en forma de “coma” (curculioniforme) de consistencia más o menos suave, y mide alrededor de 10 mm. La cabeza es hipognata,

esclerosada y libre, no invaginada en el protórax. Las antenas están reducidas a un segmento (característica de la familia). Se trata de antenas extremadamente reducidas, situadas muy cerca del borde ventral de la capsula cefálica, entre las dos articulaciones mandibulares (Domínguez, 2006)

#### **4.9.3 Pupa**

La pupa es exarata, por no estar dentro de un pupario, y se le encuentra en una celda de tierra a 2-5 centímetros de profundidad en el suelo (Castellanos y Olgúin, 2000). La pupa tiene una duración de 30 días según lo que concluyo Coria (1999) en Ziracuaretiro, Michoacán en condiciones de laboratorio, por otro lado, Llanderal y Ortega, (1990) encontraron que el estado de pupa dura 35.5 días aproximadamente.

#### **4.9.4 Adulto**

El adulto es un picudo pequeño de color café que mide alrededor de 5 mm de longitud, el cual al emerger se dirige hacia las ramas tiernas del árbol ya sea caminando por el tallo o mediante vuelos cortos, donde se alimenta del follaje tierno y ahí mismo se aparea e inicia una nueva infestación (Coria, 2009).

#### **4.9.5 Macho de *Conotrachelus perseae* Barber**

Según Barber (1919), este insecto tiene la tibia anterior con un gancho aplanado, bidentado y con ápice superficialmente emarginado, un *rostrum* pubescente en los dos tercios basales; antena insertada en la quinta parte del extremo apical, metasterno con una concavidad larga; primer segmento abdominal sin marca en la parte media. La tibia posterior es más delgada y de mayor longitud que las otras, su margen interior truncado oblicuamente y con dos series de pelillos en la cuarta parte apical, con un gancho apical fuertemente curvado. El edeago o pene es aplanado, poco esclerosado y con el ápice ampliamente truncado, mostrando manchas laterales de pubescencias cortas y finas. Considera que la longitud de los machos es de 6.5-7mm.

#### **4.9.6 Hembra de *Conotrachelus perseae* Barber**

El integumento es de color breá muy oscuro, casi negro brillante, la vestidura es moderadamente densa y compuesta de pelillos de tres colores entremezclados; rosa-rojo,

bronceado pálido y blanco, los élitros tienen intersticios alternos aquillados; los dos interiores menos prominentes en el disco, los dos exteriores se unen a una prominencia humeral muy fuerte. El abdomen y metasterno son brillantes, muy escasamente punteados; la parte dorsal del abdomen es oblicua, los tres últimos segmentos abdominales están estrechamente marginados con finas pubescencias pálidas; los fémures están fuertemente dentados, su longitud es de 6.5-7 mm (Barber, 1919).

#### **4.10 Municipios libres de barrenadores en el Estado de México**

Se declara a los municipios de Villa de Allende, Temascaltepec y Donato guerra (SAGARPA 2015) como zona libre del barrenador grande del hueso del aguacate (*Heilipus lauri*), barrenador pequeño del hueso del aguacate (*Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae*) y de la palomilla barrenadora del hueso (*Stenoma catenifer*), que con el reconocimiento de estos municipios como zona libre, se fortalece el objetivo de mejorar los estatus fitosanitarios de las zonas aguacateras en México, así como el comercio nacional e internacional del aguacate.

#### **4.11 Métodos de control**

##### **4.11.1 Control cultural**

Es uno de los métodos de control más importantes (Coria, 2009), recomienda hacer recolección y destrucción de frutos caídos antes de que la larva penetre el suelo, esta recolección debe hacerse periódicamente y lo más frecuentemente posible, también recomienda que la destrucción puede llevarse a cabo mediante el uso de fuego. Por otra parte (C.A, 2004), sugiere la recolección e incineración de fruta y ramas dañadas, las cuales deben enterrarse a 1.0 m de profundidad aproximadamente con la finalidad de destruir las larvas. Actualmente el CESAVEM realiza las medidas de control cultural pertinentes en el Estado de México, recolectando frutos dañados, depositados en un pozo de aproximadamente un metro de profundidad colocando primero una capa de cal viva donde se le agrega una capa del insecticida malathion (50% en una dosis de 1L/ha.), se coloca más fruta y se repite la operación, al final se cubre con una capa de tierra (CESAVEM, 2000).

#### **4.11.2 Control Químico**

Esta alternativa de control siempre ha sido una de las más eficaces para reducir la población de cualquier plaga, pero también es el método más perjudicial al medio ambiente y a la fauna benéfica que habita el sitio donde se hace la aplicación. Coria (1999), recomienda usar parathion metílico, asperjándolo en una dosis de 1L/ha., repitiendo las aplicaciones cada 22 días, mientras hay adultos en el follaje, además también puede aplicarse este insecticida al suelo dos veces al año en una dosis de 20 gr. por árbol.

Se recomienda usar malatión de 1-1.5 L/ha., asperjando cuando existan frutos con un tercio de desarrollo (3-4 cm), repitiendo cada mes las aplicaciones hasta 30 días antes de la cosecha (Coria, 2009).

#### **4.11.3 Control biológico**

El uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*, que causan la mortalidad de larvas que viven en el suelo han sido muy efectivos desde los años 90's hasta la actualidad, de manera general el uso de entomopatógenos pueden ser utilizados dentro de un manejo integrado de plagas, aplicando estos organismos al suelo con la ayuda de la humedad y la temperatura, dichos hongos colonizan rápidamente en el suelo, lo que asegura se eficiencia sobre las larvas y pupas que se encuentran en este sitio (Coria, 1999; Coria, 2009).

#### **4.11.4 Control legal**

La Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, tiene definidas zonas como libres de barrenadores de la semilla y zonas bajo control fitosanitario. El primer paso para evitar la diseminación de los picudos a áreas libres de su presencia es que el gobierno de México a través de la SAGARPA sea más riguroso con los muestreos en puntos de entrada y salida de productos agrícolas, así como hacer fuertes campañas de concientización de la gente para tener cuidado con la fruta que se traslada de un lugar a otro.

La educación de la población es circunstancial para evitar la diseminación de este grupo de insectos. No se puede negar la presencia del complejo de barrenadores en nuestro país. Es importante recordar que México es parte del centro de origen del aguacate y que ha

coevolucionado a la par con varias especies de picudos. Actualmente la presencia de picudos en el cultivo del aguacate en nuestro país, constituye una fuerte amenaza para la comercialización de los frutos en el mercado internacional (Castañeda, 2009).

## **V. JUSTIFICACIÓN**

Al conocer los aspectos biológicos de *Conotrachelus perseae* así como la medición de sus daños, servirá de apoyo para que los productores de la comunidad de Meyuca de Morelos, Coatepec Harinas, tengan conciencia que esta plaga tiene gran impacto económico y puede afectar la comercialización de frutos producidos por esta comunidad hacia otros mercados nacionales.

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**



## 6.1 Ubicación de la zona de estudio

El experimento se ubicó en la localidad de Meyuca de Morelos que está situada en el Municipio de Coatepec Harinas, Estado de México. Este lugar se ubica a 18.55° 142' de latitud norte, 99.78° 143' de longitud oeste, con una altitud de 1,948 msnm. Es una zona de transición entre clima templado subhúmedo y cálido subhúmedo. La temperatura media anual es de 28°C (máxima de 37°C y mínima de 11°C) y la precipitación anual es de 1,321 mm. (Figura 1).



**Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio en Meyuca de Morelos, municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.**

## 6.2 Colecta de material

El material vegetal consistió en la recolección de frutos de aguacate, de las variedades comerciales Hass, Fuerte, y criollo (*Persea americana* var. *drymifolia*), a partir de huertos comerciales y de traspatios con signos de daño atribuidos al barrenador pequeño de la semilla del aguacate (Figura 2).



**Figura 2. Fruta colectada variedad Fuerte, a) Frutos colectados directamente del árbol con posible daño de *Conotrachelus perseae*, b) Frutos colocados en bolsas plásticas con posible daño de *Conotrachelus perseae*.**

Los muestreos consistieron en la recolección de frutos de aguacate que se encontraban en el suelo y frutos cortados de árboles de aguacate (Figura 2a) con posibles signos de perforaciones del barrenador *C. perseae*; las colectas se llevaron a cabo en las fechas que se indican en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Fecha y cantidad de frutos colectados en Meyuca de Morelos, Coatepec Harinas en el año 2015.**

Fecha de recolección	Frutos disectados
26/02/2015	24
05/03/2015	36
13/03/2015	147
09/04/2015	81
23/04/2015	103
08/05/2015	311
21/05/2015	128
22/05/2015	255
04/06/2015	105
11/06/2015	141
25/06/2015	233
02/07/2015	99
08/07/2015	229
22/07/2015	71
13/08/2015	324
27/08/2015	185
01/09/2015	190
07/10/2015	94
Total	2756

Los frutos se colocaron en bolsas plásticas (Figura 2b) para llevarlos al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrícolas, donde se colocaron en una caja de plástico de 70×40×30 para evitar la pérdida de larvas después de emerger de la semilla del aguacate. Y posteriormente se cuantificaron las perforaciones causadas por esta plaga en cada fruto de aguacate.

### 6.3 Extracción de huevecillos y larvas

La extracción de huevecillos y larvas se realizó con un bisturí y navaja, se disecciono cada perforación observada en el fruto de aguacate sobre un papel absorbente en el microscopio estereoscópico. Los huevos y larvas fueron registrados para determinar porcentaje de daño, fluctuación poblacional de cada uno de los estados de desarrollo y estudios posteriores para la determinación de estadios larvarios (Figura 3).



**Figura 3. Extracción de huevecillos y larvas, a) Pulpa dañada por *Conotrachelus perseae*, b) semilla de aguacate dañada por *Conotrachelus perseae*.**

### 6.4 Preparación de las cápsulas cefálicas para la determinación de estadios larvarios

Una vez extraídas las larvas se colocaron en una caja Petri, posteriormente se adicionaron en agua caliente (98°C aproximadamente) durante un minuto y finalmente se colocaron en un frasco con alcohol al 70% para conservarlas en buen estado y posteriormente realizar la medición de su capsula cefálica.

## **6.5 Toma de fotografías**

Se midió el ancho de 1148 capsulas cefálicas usando el método de medición por análisis computarizado de imágenes como la propone (Hernández-Livera *et.al.*, 2005).

En el laboratorio de Morfología de insectos, en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se hicieron las preparaciones y observaciones de las larvas utilizando microscopios estereoscópicos, y se tomaron fotografías con un fotomicroscopio Tessoar y un fotomicroscopio III, ambos de Carl Zeiss, con el apoyo de una cámara digital para microscopía PAXCM 3, obteniéndose las imágenes y se guardaron en formato JPEG, (Wilcox *et al.*, 2002).

Con la imagen de la reglilla micrométrica se calibro el programa y se utilizó la micra como unidad de medida. El ancho de la capsula cefálica de cada larva fue medido desde el punto más extremos de los bordes laterales de cada capsula (genas) siguiendo la metodología de (Fox *et al.*, 1972; McClellan y Logan, 1994; Cazado *et al.*, 2014).

## **6.6 Análisis estadístico de los datos**

Las medidas de las 1148 capsulas cefálicas fueron analizadas con el programa Hcap desarrollado por Logan (1998). Este programa determina una regla de separación optima entre cada estadio larval sobre la base de la distribución de frecuencia del ancho de la capsula cefálica.

Además realiza estimaciones de las medidas y la desviación de anchos de la capsula cefálica de cada estadio larval y las probabilidades de error. Por otro lado, se calculó la constante de Dyar para todos los estadios larvales tomando la media de un estadio larval y dividiéndolo por la media del estadio larval anterior. La precisión de la regla de Dyar fue analizado por el ajuste lineal entre el número de estadios larvales obtenidos y el logaritmo natural de las medias de las capsulas cefálicas, siguiendo la metodología propuesta por Gaines y Campbell (1935).

Para probar la significancia de la pendiente de la recta de regresión se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de una vía como Logan (1998) utilizando el empaque estadístico InfoStat (2008).

### **6.7 Biología de *Conotrachelus perseae* B. en observaciones de campo.**

Para poder conocer el ciclo de vida de *C. perseae*, se basó en observaciones visuales de campo en la localidad de Meyúca de Morelos, Estado de México realizando muestreos cada 8 y 15 días durante los meses de Febrero a Octubre de 2015.

#### **6.7.1 Huevo.**

Se recolecto fruta directa del árbol con posibles daños de barrenador *C. perseae* con la finalidad de observar oviposturas, los huevecillos encontrados se retiraron y se colocaron en una caja Petri con papel higiénico húmedo como sustrato de incubación y emergencia de las larvas bajo condiciones ambientales no controladas.

#### **6.7.2 Larva.**

Se colocaron los frutos dañados por *Conotrachelus perseae* en una caja plástica para evitar la salida de alguna larva, con la finalidad de saber cuántos días pasa el insecto en estado de larva, los frutos se revisaron cada 2 días hasta que la larva del quinto estadio abandonó el fruto.

#### **6.7.3 Pupa.**

Las larvas que abandonaron el fruto para pupar se depositaron en frascos de vidrio transparente con suelo húmedo como sustrato, bajo condiciones ambientales no controladas para lograr la emergencia del adulto, se observaban a diario para ver la evolución de los organismos, el frasco se cubrió con tela tul para evitar la pérdida de los adultos.

#### 6.7.4 **Adulto.**

Al emerger los adultos, machos y hembras se colocaron en frascos de vidrio transparente que contenían frutos de aguacate para que pudieran alimentarse, se contabilizaron los días de vida del macho y la hembra, se observó si existía el apareamiento de la hembra con el macho para una posible ovoposición.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Ciclo de vida de *Conotrachelus perseae* en Meyuca de Morelos, Estado de México.

*Conotrachelus perseae* es un insecto holometábolo, presenta los estados biológicos de desarrollo de huevo, larva, pupa y adulto (Figuras 4-11). Con los datos obtenidos en los muestreos de campo y lo observado en laboratorio se concluyó que el ciclo de vida de *C. perseae* es de 142.02 días aproximadamente. Este resultado pudiera ser atribuido a que no se realizó cría de laboratorio, solo se incluyó los datos de colecta de campo así como la incubación de huevos encontrados en los frutos que quincenalmente se recolectaban. Estudios previos realizados en Michoacán por Llanderal y Ortega (1990) y Coria-Avalos (1999) en condiciones de laboratorio, se concluyó que esta especie tiene un ciclo de vida de 177 y 164 días respectivamente. Bautista *et al.*, (2013), reportaron que la duración del ciclo de vida es de 75 días, pero puede aumentar ya que la longevidad del adulto puede ser de 100 a 140 días, lo cual difiere de 22 a 35 días con lo reportado en la presente investigación. En la región de estudio prácticamente *C. perseae*, estuvo presente durante todo el año ya que se observaron frutos dañados desde finales de enero, y larvas y pupas en todo el año. Este comportamiento puede ser atribuido a la diversidad de aguacates presentes en la zona como Hass, Fuerte y criollos productos de libre cruzamiento lo que favorece la diversidad genética y propicia diferentes fechas de fructificación.

#### 7.1.1 Huevo.

Es de forma elíptica, translucido cuando está recién ovipositado y posteriormente cambia a blanco cremoso, finalmente cuando la larva está próxima a la eclosión se torna color gris (Figura 6). El periodo de incubación fue de 7 a 10 días, presentándose del mes de Abril a Octubre, pero con una alta incidencia durante Agosto (Cuadro 2), mientras que para el estado de Michoacán, Llanderal y Ortega (1990), reportaron que la duración de huevo es de 4-13 días, y Coria-Ávalos (1990), reporto que es de 7 días. El promedio de

huevos por fruto es de 2.8 (259 huevos/ 91 frutos), el mínimo de huevos encontrados fue de uno y el máximo de 13 huevos por fruto.

#### **7.1.2 Larva.**

Es tipo exarata, de color blanco cremoso y su cápsula cefálica es de color café oscuro, tiene forma de “C”. El promedio de larvas por fruto fue de 1.09 (2147 larvas/1960 frutos), el mínimo de larvas por fruto es de 1 y el máximo 17 larvas por fruto. De acuerdo a nuestras observaciones, esta especie no presenta canibalismo ya que se encontraron larvas de diferentes estadios en los frutos disectados (Figura 3a y 7). Durante su alimentación, llegan a destruir completamente la semilla y comer parte de la pulpa del aguacate para poder alcanzar el último estadio larvario y posteriormente pupar. La presencia de este estado de desarrollo ocurrió durante los meses de Abril a Octubre, con mayor incidencia Julio (Cuadro 2). Presenta cinco estadios larvarios de acuerdo a nuestro estudio que posteriormente se discutirá. Próxima a pupación, la larva abandona el fruto y se introduce en el suelo a una profundidad de 8.5 cm ( $n = 25$ , 5.2–11.9 cm).

#### **7.1.3 Prepupa.**

Es de color blanco cremoso, muy parecido a la larva, se presenta inmediatamente después del quinto estadio cuando la larva es apta para pupar se introduce al suelo (Figura 8). La prepupa es un estado inactivo que se encuentra en el interior de un pupario construido en el suelo por la misma larva. Tiene una duración de 24.4 días ( $n = 16$ , 22–30 días) y estuvo presente de Febrero a Octubre (Cuadro 2).

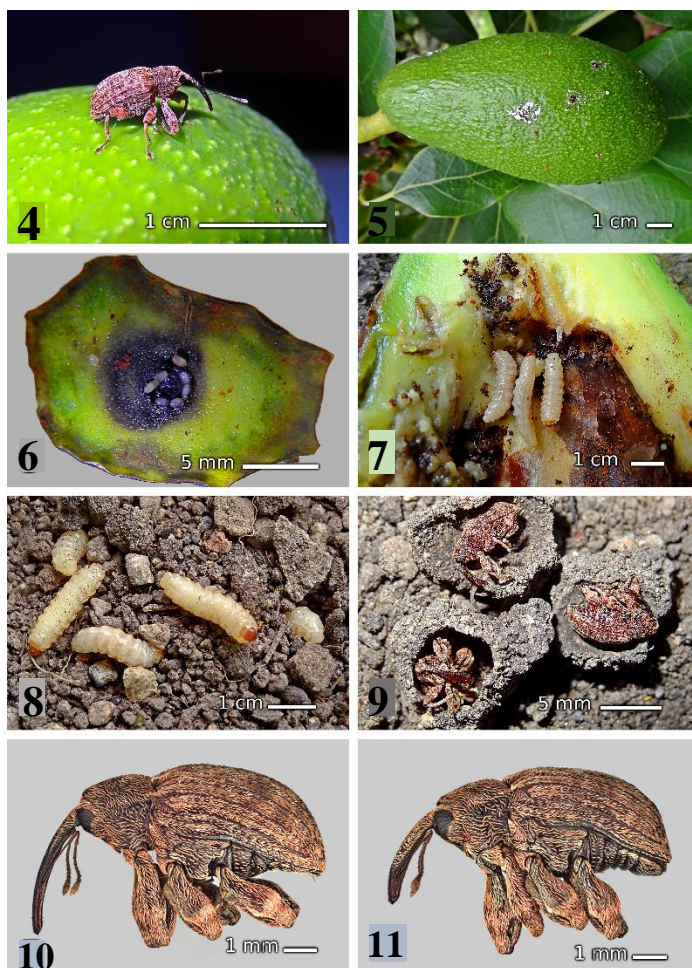
#### **7.1.4 Pupa.**

Es de tipo exarata, de color blanco amarillento, este estado de desarrollo se encuentra en un pupario construido de suelo por la larva (Figura 9). Tiene una duración de 16.33 días ( $n = 15$ , 15–21 días), su presencia se documentó en Febrero a Octubre (Cuadro 2). En Michoacán, Llanderal y Ortega (1990), reportaron una duración en pupar de 35.5 días promedio, Coria (1999), indico que su duración en es de 30 días, sumando el estado de pupa y prepupa.



### 7.1.5 Adulto.

Es de color café oscuro, presenta dimorfismo sexual, la hembra es de mayor tamaño así como el rostrum más largo que el macho (Figura 10 y 11). Durante los muestreos no se logró capturar ningún insecto adulto, sin embargo de acuerdo a Salinas (1999) este insecto es de hábitos nocturnos, permanece oculto en huecos de los árboles o posando en las ramas y si este tiene contacto con algo se queda inmóvil como si estuviera muerto, las hembras perforan los frutos con el pico o rostrum (Figura 4 y 10), para posteriormente ovipositar sus huevecillos que van desde 1 a 13 huevecillos por fruto. Para el estado de Michoacán Llanderal y Ortega (1990), reportaron que la duración de vida del adulto es de 140 días, mientras que Coria-Ávalos (1999), indico que es de 108 días. Su presencia fue del mes de Febrero a Octubre (Cuadro 2). En este estudio se logró obtener 135 adultos criados en condiciones no controladas, mostrando una proporción sexual de 71 hembras y 64 machos, equivalente a (1:0.7). Este resultado difiere al de otros curculiónidos como *Heilipus lauri* (1:09) y *Heilipus odoratus* (1:1.13) según reportes de Castañeda-Vildózola (2008) y Benchaya-Nunes (2006).



Figuras 4 a la 11. 4); *Conotrachelus perseae*. 5); Fruto de aguacate Fuerte con signos de daño causados por *C. perseae*. 6); Huevos de *C. perseae*. 7); Fruto infestado por larvas de *C. perseae*. 8); Larvas introduciéndose al suelo para pupar. 9); Adultos tenerales. 10); Hembra en vista lateral. 11); Macho en vista lateral.

## 7.2 Evaluación de daños causados por *C. perseae*

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron 18 muestreos hacia los frutos de aguacate durante los meses de febrero a octubre, cosechándose un total de 2756 frutos con signos de daño atribuidos a *C. perseae*. Como se muestra en el Cuadro 2 y Fig. 7, todos los estados de desarrollo del insecto estuvieron presentes a lo largo del año causando en general un 40 a 50% de daño, aun aplicando medidas de control (aplicaciones de malathion, recomendadas por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México). En este estudio, la presencia de *C. perseae* ocurrió durante casi todo el año de muestreo, este comportamiento puede ser atribuido por la amplia diversidad genética de aguacate presente en la región de Meyuca, Coatepec Harinas, Estado de México;

tradicionalmente se cultiva aguacate Hass, Fuerte y criollo, estos últimos producto de libre cruzamiento que fomenta la diversidad de la especie y permite que los árboles fructifiquen en distintas temporadas del año, haciendo disponible la presencia de frutos que *C. persea* utiliza para infestarlos. Salinas (1999), reportó que en Tacambaro, Michoacán, *C. persea* presenta una generación al año, reportando su presencia en los meses de mayo a septiembre coincidiendo con los meses se lluvia.

**Cuadro 2. Fecha de recolección de frutos, total de frutos disectados, frutos sin perforaciones, total de larvas y total de huevecillos encontrados en cada fecha correspondiente.**

Fecha de recolección	Frutos disectados	Frutos sin perforaciones	Frutos con huevecillos	Total de larvas	Total de huevecillos
26/02/2015	24	19	0	28	0
05/03/2015	36	2	0	152	0
13/03/2015	147	45	0	171	0
09/04/2015	81	6	17	118	37
23/04/2015	103	7	7	89	27
08/05/2015	311	105	6	211	12
21/05/2015	128	37	1	56	1
22/05/2015	255	156	0	86	0
04/06/2015	105	57	6	17	14
11/06/2015	141	89	7	38	13
25/06/2015	233	160	10	56	24
02/07/2015	99	49	7	53	21
08/07/2015	229	1	7	371	16
22/07/2015	71	3	2	76	4
13/08/2015	324	34	5	212	14
27/08/2015	185	12	12	171	66
01/09/2015	190	8	2	139	8
07/10/2015	94	6	2	103	2
Total	2756	796	91	2147	259

De acuerdo a la categorización de daño, tomando como referencia el número de perforaciones sobre los frutos causados por las hembras de *C. perseae*, se contabilizó un 45% de frutos con signos de daño, pero que no mostraron presencia de huevos ni de larvas, esto se puede atribuirse a que los adultos se alimentan de frutos de aguacate para subsistir, causando las heridas, o bien para confundir a sus enemigos naturales principalmente parasitoides por la característica de ciclo biológico que presenta (Figura 12 y 13). Este comportamiento también fue observado en el barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri*, los frutos infestados por este insecto también muestran varias perforaciones mostrando cero larvas o únicamente una larva por fruto. En este caso predominó la presencia de una larva por fruto, máximo dos. En este estudio la mayoría de los frutos con daño mostraron de 1 a 3 perforaciones, sin embargo un buen porcentaje de frutos mostró 4 a 6 perforaciones, seguido de 7 a 9. Finalmente el número de frutos con más de 10 a 17 perforaciones fue muy bajo. Nuestros resultados aportan conocimiento sobre la incidencia de perforaciones causadas a los frutos por este insecto y se requiere buscar alternativas de control que permitan reducir el daño y lograr una mejor calidad visual de los frutos.

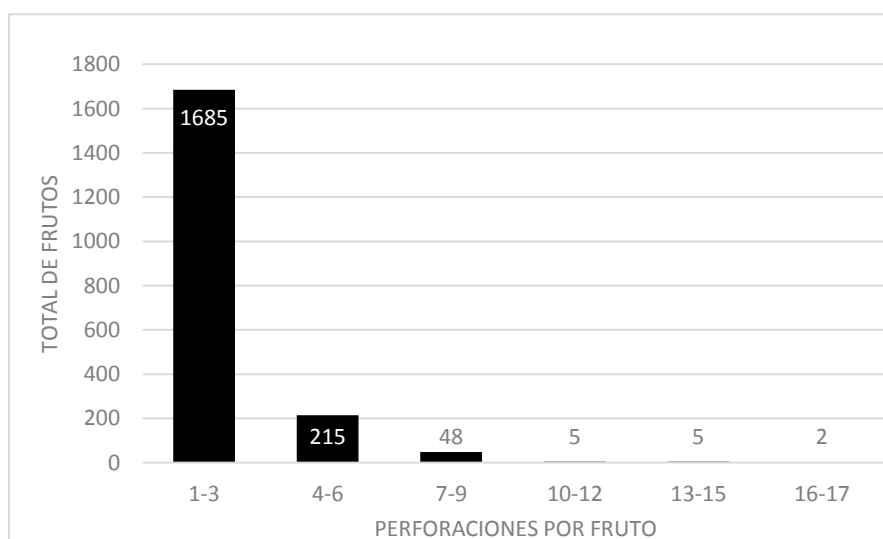


Figura 12. Categorización de frutos de aguacate de acuerdo al número de perforaciones causadas por *C. perseae*.

En cuanto al número de larvas por fruto, se registraron de una hasta 17 larvas por fruto, en su gran mayoría alimentándose de la semilla, pero en algunos casos en la pulpa. Las larvas de primer y segundo estadio inicialmente se alimentaron de pulpa para después alojarse en la semilla y alimentarse de ésta. El número frecuente de larvas por fruto fue de una a tres larvas, sin embargo también predominó el número de cuatro a seis y siete a nueve larvas por frutos. Los frutos con más de 10 larvas, fueron muy escasos como se observa en la Figura 13. Trabajos previos documentados por Castellanos (2000) señaló que en cada fruto de aguacate infestado por *C. perseae*, puede tener entre 3 y 4 larvas, mientras que el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM) reportan hasta 21 larvas de este barrenador por fruto. En muchas especies de insectos el número de larvas por fruto está asociado a la disponibilidad de alimento o a las características biológicas típicas de la especie. Especies afines a *C. perseae* como lo son los picudo de la guayaba y del Camu camu (Myrtaceae), *Conotrachelus dimidiatus*, *C. dubiae* y *C. psidii*, únicamente presentan una larva por fruto, posiblemente atribuido al canibalismo intraespecífico; sin embargo el picudo de las Malphiaceae, *Conotrachelus eburneus* pueden estar presentes de una hasta tres larvas por fruto. Otros barrenadores de frutos del aguacate como *Heilipus lauri* y *H. perseae* pueden presentar una y una a cuatro larvas por fruto respectivamente.

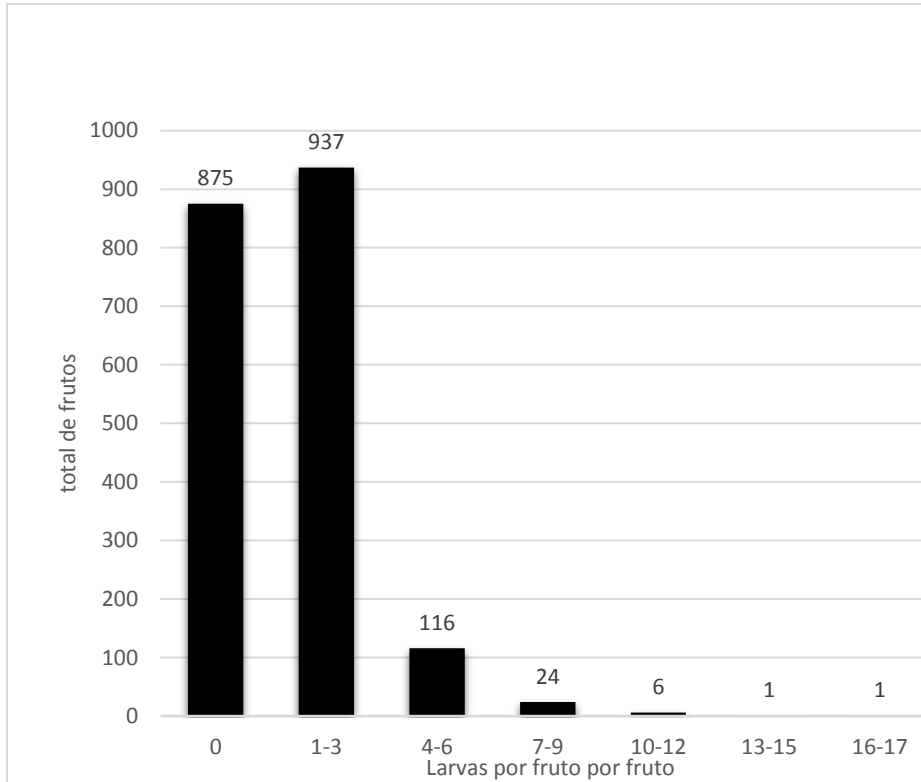
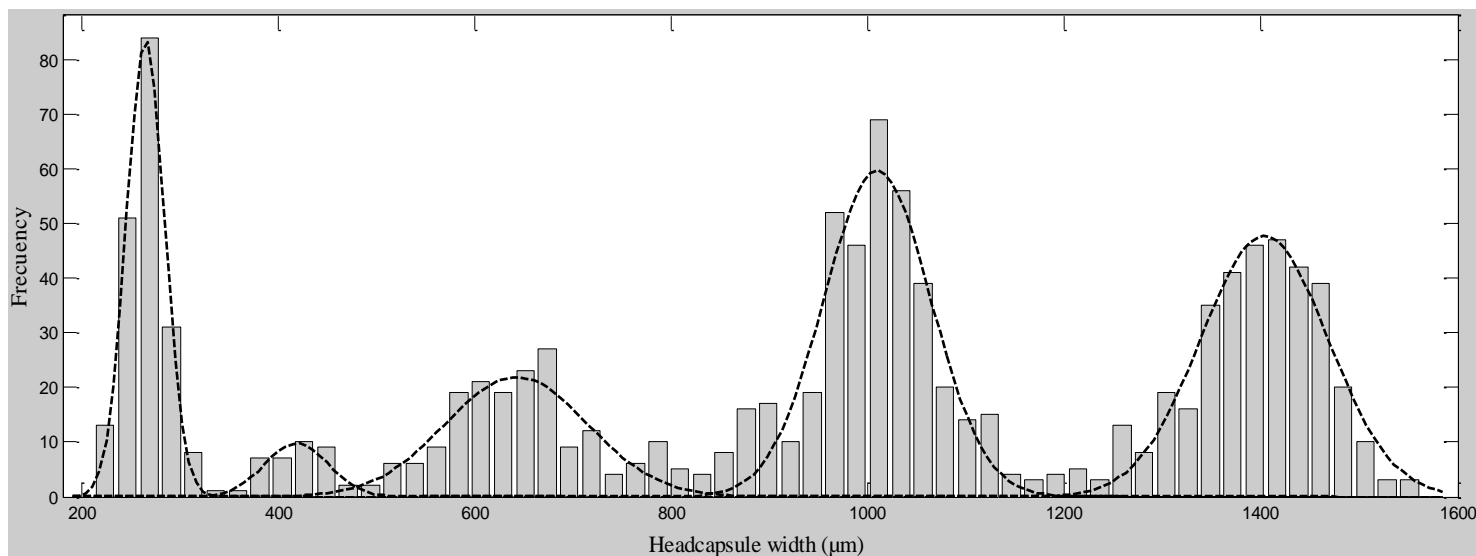


Figura 13. Categorización de frutos de aguacate de acuerdo al número de larvas de *C. perseae* presentes en la pulpa y/semilla.

### 7.3 Determinación de estadios larvarios en *C. perseae*.

El análisis generado por el programa Hcap, muestra la distribución de frecuencias del ancho de las cápsulas cefálicas, y sugiere la presencia de cinco estadios larvales (Fig. 14). El ancho de la cápsula cefálica estuvo comprendido entre 189 a 1584  $\mu\text{m}$ , observándose diferencias significativas entre cada estadio larval (Cuadro 3). Las medias estimadas, la desviación estándar y el número de individuos en cada estadio larval son plasmados en el Cuadro 3. Del este análisis, se registró una probabilidad de clasificar erróneamente algunos especímenes L2, que pudieran estar incluidos en L3; posiblemente esto se deba a los pocos ejemplares medidos para L2. Sin embargo, para el resto de los estadios larvales (L1, L3, L4 y L5) la posibilidad de errores fue baja que no supera el 1.5% (Cuadro 3).



**Fig. 14. Distribución de frecuencias de las medidas del ancho de las cápsulas cefálicas (mm) en larvas de *Conotrachelus perseae*. Gráfica generada por el programa Hcap.**

La constante de Dyar tuvo un promedio de 1.52, donde la relación entre el logaritmo natural del ancho de la cápsula cefálica y el número de estadios larvales resultó en un crecimiento geométrico perfecto para cada estadio larval (Cuadro 3, Fig. 15). La ecuación de regresión lineal para el ancho de la cápsula cefálica con el aumento de estadio larval fue altamente significativa ( $P < 0.0001$ ,  $R = 0.996$ ,  $R^2 = 0.997$ ). Por el contrario a lo observado con el análisis del programa Hcap, el excelente ajuste del modelo lineal, indica que no hay instares traslapados. La diferencia significativa observada entre el ancho de la cápsula cefálica para cada estadio larval ( $F = 998.9$ ; g.l. = 3.322;  $P < 0.001$ ), confirma los resultados observados por la relación lineal.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Salinas (1999), quien determinó que los estadios larvales de *Conotrachelus perseae* para el estado de Michoacán, donde concluye que el insecto pasa por cinco estadios larvales; lo que difiere de Payan-Arzapalo et al (2015) y Coria-Ávalos (1999), quienes reportaron la presencia de cuatro y seis estadios larvales en *C. perseae*, cuyos resultados pueden ser atribuidos al escaso número de mediciones realizados por Payan-Arzapalo et al. (2015) y en el caso de Coria-Avalos (1999) sus resultados no son respaldados por una metodología de medición y de un

modelo matemático para la determinación de los estadios larvales. Los resultados permiten suponer la presencia de cinco estadios larvales en *C. perseae*.

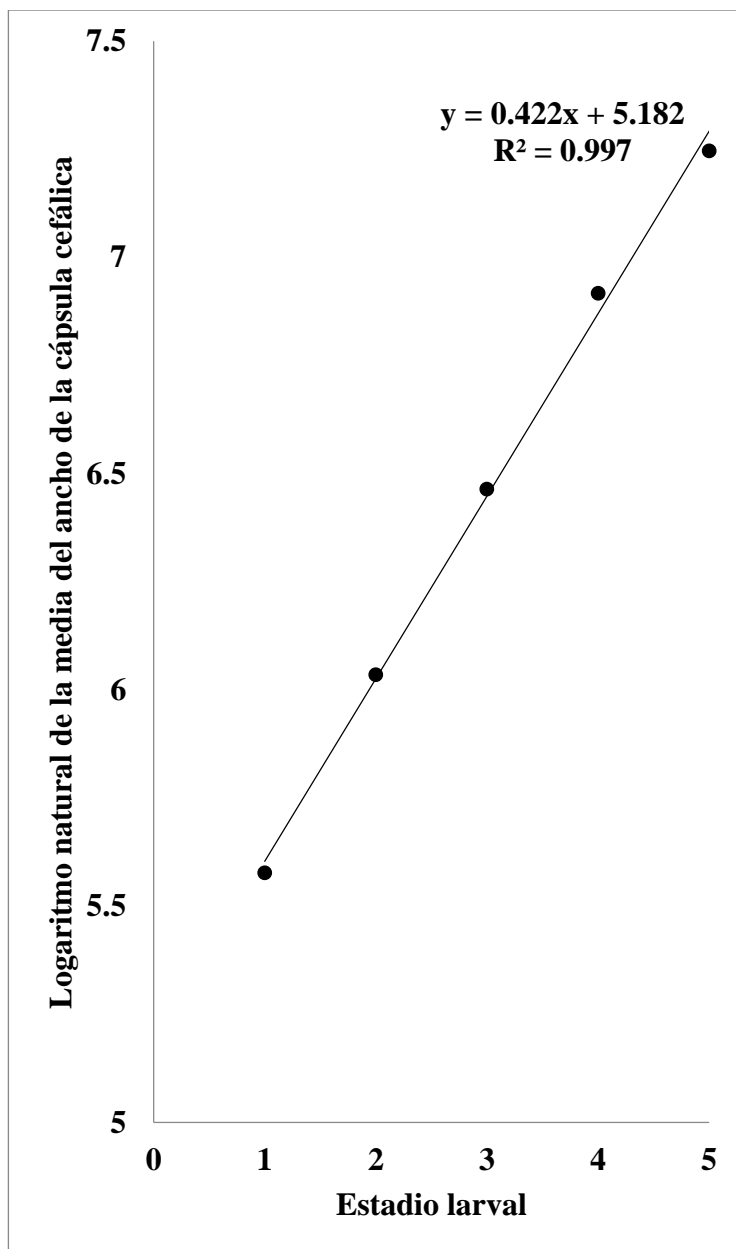
Otras especies de *Conotrachelus* como *C. psidii*, *C. neomexicanus* y *C. nenuphar*, presentaron cuatro estadios larvales, sin embargo se requieren de estudios con otras especies de *Conotrachelus* para confirmar si es variable en número de estadios larvales. Tanto la regla de Dyar como el programa Hcap, muestran una manera confiable de reconocer el número de los estadios larvales de *C. perseae*. El primer método si bien fue utilizado para determinar el número de estadios larvales de un grupo de 28 lepidópteros (Dyar 1890), también fue utilizado para coleópteros con buenos resultados. De igual forma el programa HCap desarrollado por Logan (1998), ha permitido la separación exitosa de los estadios larvales de *Dendroctonus ponderosae* Hopkins, *Tomicus destruens* Woll, *P. castaneus* (De Geer), y *R. subtilis* Fiedler (Logan 1998, Sabbatini-Peverieri y Faggi 2005, Panzavolta 2007, Cazado et al. 2014).

**Cuadro 3. Medias, Intervalo, y Probabilidades de Error para el Ancho de la Cápsula Cefálica de cinco Estadios Larvales de *Conotrachelus perseae*, Calculados con el Programa Hcap.**

Estadio larval (L)	N	Media $\pm$ SD (m $\mu$ )	Rango (m $\mu$ )	Probabilidad de error			Constante de Dyar
				i - 1	i + 1	Total	
1	188	264 $\pm$ 19.50	189 - 330	0	0.000759	0.000759	-
2	36	418 $\pm$ 32.60	330 - 478	0.003627	0.032038	0.035666	1.58
3	182	642 $\pm$ 72.75	478 - 841	0.012343	0.003089	0.015432	1.54
4	389	1009 $\pm$ 54.58	841 - 1191	0.001028	0.000428	0.001456	1.57
5	353	1403 $\pm$ 64.89	1191 - 1584	0.000544	0	0.000544	1.39

1.52





**Fig. 15. Regresión lineal entre el logaritmo natural de los valores promedio del ancho de la cápsula cefálica y el número de estadios larvarios de *Conotrachelus perseae*.**

Numerosos son los estudios que analizan el ancho de la cápsula cefálica de larvas de Curculionidae para determinar los estadios larvales (Frampton 1986, Jaya et al. 2000, Aguilera y Rebolledo 2001, Goldson et al. 2001, Pantoja et al. 2006, Panzavolta, 2007, Wang et al. 2009, Cazado et al. 2014).

Tanto la regla de Dyar como el programa Hcap, sugieren que *C. perseae* presenta cinco estadios larvales.

#### **7.4 Enemigos naturales de *Conotrachelus perseae*.**

De todas las muestras de frutos recolectados se registró la presencia de enemigos naturales únicamente en un fruto infestado por *C. perseae*. Lo que se observó fue un exoparasitoide gregario del género *Bracon* spp., parasitando una larva de barrenador pequeño de la semilla del aguacate. La presencia de parasitoides fue muy bajo, por lo que se requieren estudios más amplios al respecto para proporcionar información más completa sobre los parasitoides asociados al *C. perseae*. Schauff (1985), reportó a *Paracrias guatemalensis* (Hymenoptera: Eulophidae) como parasitoide de *C. perseae* en Guatemala; a la fecha es el único registro de un parasitoide asociado a este insecto.

## VIII. DISCUSION GENERAL

La información generada en una investigación debe contribuir a la solución de un problema. El ciclo biológico de *Conotrachelus perseae* en el estado de México es de 142.02 días, este resultado difiere significativamente de otros previamente reportados en Michoacán, existen varios factores que pueden contribuir con esta variación como condiciones climáticas, tiempos de muestreo, hospedante, entre otros. En cuanto al uso de los estudios biológicos contribuyen para conocer la naturaleza de la plaga que involucra su presencia en las diferentes etapas fenológicas del cultivo y las medidas de control que pueden implementarse con la finalidad de reducir daños.

El uso de técnicas de medición y análisis matemáticos han mostrado ser una eficiente herramienta para determinar el número de estadios larvarios por los que pasan los insectos. En la presente investigación, los resultados sugieren la presencia de cinco estadios larvarios en *C. perseae*; a diferencia de insectos que sus larvas se desarrollan externamente que es más fácil visualizar las mudas que sufren, los insectos xilófagos y espermatofagos la determinación de estadios larvarios es más difícil por los hábitos que presentan sus larvas; estas se desarrollan dentro del tejido vegetal que complica su visualización directa y por lo tanto se requieren del pronóstico y técnicas de medición para determinar el desarrollo de las larvas. La medición del ancho de la cápsula cefálica ha sido utilizada para determinar el número de estadios larvarios en lepidópteros y curculiónidos (Dyar 1890; Logan, 1998; Panzavolta, 2007, Castañeda- Vildózola 2008; Castellanos y Olguín, 2000 y Cazado *et al.*, 2014). Según Dyar (1890), el principio de esta regla parte de la base de que la cápsula cefálica una vez esclerosada, permanece más o menos constante durante un mismo instar en particular, con una progresión geométrica regular de una muda a otra. Los resultados generados en este estudio, concuerda con lo reportado por Salinas (1999 y SAGARPA (2006), que reportaron cinco estadios larvales. Por otra parte difieren con lo reportado en Michoacán por Llanderal y Ortega (1990) y Coria-Ávalos (1999) quienes reportaron seis estadios larvales. Por otro lado Payán-Arzapalo *et al.* 2015, reportaron cuatro estadios larvarios. Como se puede apreciar los resultados varían y esto puede atribuirse posiblemente a un reducido tamaño de muestra

que no incluyó todos los posibles estadios, mediciones erróneas, interpretación de resultados equivocados, variables ambientales y disponibilidad y calidad del alimento.

Los curculiónidos *Conotrachelus perseae*.,

*C. aguacatae*., *Heilipus lauri*., *Copturus aguacatae* (Coleoptera: Curculionidae) y la palomilla barrenadora, *Stenenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae), son plagas cuarentenarias en el cultivo de aguacate en México, lo cual representa riesgo para el país ya que podría ocasionar un cierre en el mercado internacional si no se toman las medidas necesarias, por tal motivo el uso del manejo integrado de plagas para el control de estas especies es muy importante, destacando entre ellos el control cultural por ser uno de los más usados y efectivos.

La presencia de huertos mixtos (variedades criollas, Fuerte y Hass), de acuerdo a nuestras observaciones permite la continuidad en los ciclo de desarrollo de *Conotrachelus perseae* a lo largo del año, causando pérdidas considerables del 40 al 50%, con diferentes grados de daño directo sobre los frutos, contabilizándose de una hasta 17 perforaciones causadas por *C. perseae* que dañan la calidad visual así como demeritan la calidad de la pulpa y a la vez la capacidad de diseminar la plaga a otras regiones ya que se lograron identificar frutas provenientes de Meyuca, Coatepec Harinas que se comercializan en mercados del Estado de México infestados con larvas de este insecto. También se logró contabilizar una hasta 17 larvas por fruto, lo que hace a esta especie potencialmente peligrosa y su capacidad de destruir los frutos, reduciendo su valor comercial. Finalmente la presencia de enemigos naturales fue muy escasa posiblemente atribuido a la naturaleza de *C. perseae* que vive dentro de los frutos protegido por la pulpa y la semilla, haciendo difícil el trabajo de los parasitoides y/o depredadores. A pesar de esta naturaleza se confirmó la presencia del parasitoide *Bracon* spp. parasitando larvas de este barrenador. Este trabajo representa un aporte al conocimiento de *C. perseae* en el Estado de México y las implicaciones económicas que representa su presencia, ya que está catalogada como una plaga tipo cuarentenaria que puede afectar la comercialización de frutos a nivel nacional e internacional y que puede afectar los ingresos de los productores de esta región y otras aledañas.

## IX. CONCLUSIONES

- La duración del ciclo biológico de *Conotrachelus perseae* de 142.02 días aproximadamente.
- La presencia de los estados de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto) estuvieron presentes prácticamente todo el año en la región de Meyuca, Coatepec Harinas.
- El uso de técnicas matemáticas fue muy eficiente para la determinación de estadios larvarios, ya que la mayoría de individuos fueron clasificados satisfactoriamente.
- De acuerdo a la regla de Dyar *Conotrachelus perseae* pasa por cinco estadios larvarios con promedios de la anchura de cápsula cefálica de I=189 – 330, II=330 – 478, III= 478 – 841, IV=841 – 1191 y V=1191 – 1584  $\mu$ .
- La ecuación de regresión lineal para el ancho de la capsula cefálica con el aumento de estadio larval fue altamente significativa ( $r^2= 0.99$ ).
- La constante de Dyar tuvo un promedio de 1.52, donde la relación entre el logaritmo natural del ancho de la cápsula cefálica y el número de estadios larvales resultó en un crecimiento geométrico perfecto para cada estadio larval.
- La presencia de adultos se observaron durante el muestreo, por lo que su control debe de ser consecutivo.
- Se observó con mayor frecuencia de 1 a 3 perforaciones por fruto, lo que se reflejó en el número de larvas que fue de 1 a 3 por fruto, sin embargo en algunos casos se contabilizaron hasta 14 larvas por fruto.
- La presencia de parasitoides asociados a *C. perseae* fue muy escaso únicamente encontrándose una larva parasitada por un exoparasitoide gregario perteneciente al género *Bracon* spp.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Realizar muestreos periódicamente en los huertos para detectar a tiempo la presencia de *Conotrachelus perseae*, y poder así controlarlo antes de que la hembra oviposite en los frutos de aguacate.
- Controlar al insecto con un manejo integrado de plagas, realizando la recolección de frutos infestados y desprendidos del árbol, y realizar la destrucción de frutos una vez que se conoce en que época del año se encuentra en estado de larva.
- Aplicación de productos químicos o biológicos para controlar adultos, así como aplicaciones en el suelo para controlar larvas y pupas que se encuentren presentes.
- Establecer huertos con una sola variedad para no generar la continuidad de desarrollo de *Conotrachelus perseae*.
- Se recomienda investigar al parasitoide *Bracon spp.* ya que puede ser una alternativa para el control biológico de *Conotrachelus perseae*.

## XI. BIBLIOGRAFIA.

**Bautista N., Beltrán H., Castañeda A., Chávez M., Equihua A., Durán E., Fierro D., Gonzáles H., González G., Lomelí R., Marroqupin F., Michúa J., Nava C., Nieto D., Ochoa S., Ochoa D., Rodríguez E., Santillán M. T., Sauceo R., Soria J., Téliz D., Valdovinos G., y Vallejo M. 2013.** GIIA (Grupo Interdisciplinario e Institucional d Investigación en Aguacate). El Aguacate en Michoacán: Plagas y Enfermedades. APEAM AC-SENASICA, México. p. 1-56.

**Barber, H. S. 1919.** Avocado seed weevils. Proc. Entomo. 28:5-8

**Barber, H. S. 1923.** Two new *Conotrachelus* from tropical fruits (Coleoptera: Curculionidae). Entomological Society of Washington 25: 183-185.

**Bailez, E. O., A. M. Viana-Bailez, J. O. G de Lima, and D. O. D. Moreira. 2003.** Life-History of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshal (Coleoptera: Curculionidae), under laboratory conditions. Neotrop. Entomol. 32: 203-207.

**Castañeda, V. A. 2008.** Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleóptera: Curculionidae) en la región central de México, (Tesis de doctorado), Montecillo, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados. Pp. 10-11.

**Castañeda, V. A. 2009.** Memoria del XXII Curso de actualización frutícola. Insectos barrenadores de frutos, ramas y tallos del aguacate en México. Fundación Salvador Sánchez Colín (CICTAMEX). Coatepec Harinas, Estado de México. Pp. 69-79.

**Castañeda, Vildózola, A., A. Equihua-Martínez and J. E. Peña. 2013.** Avocado weevils of the genus *Heilipus* [p.35-47]. In Potential Invasive Pests of Agricultural Crops (J. E. Peña, Editor). CAB International, London, UK. 440p.

**Castañeda, Vildozola, A., O. Franco-Mora, D. J. Pérez-López, C. Nava-Díaz, J. Váldez- Carrasco and L. Vargas-Rojas. 2013.** Association of *Heilipus lauri* Boheman and *Conotrachelus perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) on Avocado in Mexico. Coleopterist Bulletin 67(2): 116-118.

**Castellanos, P. M. y Olguín, M. M. 2000.** Determinación de instares de larvas por medio de técnicas estadísticas (Tesis licenciatura). División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. pp. 9-10.

**Cazado, E. L. Van, N. G.A., O'Brien, W. C. Gastaminza, G. A. y Murúa, M. G. 2014.** Determination of Number of Instars of *Rhyssomatus subtilis* (Coleoptera: Curculionidae) Based on Head Capsule Widths. Florida Entomologist 97: 639-643.

**Cervantes, P. L., Ch. Lyal and C. Browns. 1999.** The Stenomatine moth, *Stenoma catenifer* Walsingham: a pre-dispersal seed predator of Greenheart (*Chorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer, Riegtter & van der Werff) in Guyana. Journal of Natural History. 33:531-542.

**Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM) 2006.** Manual Operativo. Estado de México. 55 p.p.

**Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM) 2007.** Manual Operativo. Estado de México 37 p.p.

**Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM) 2008.** Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate. Boletín Técnico. Estado de México

**Coria-Avalos, V. M. 1999.** Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* B.) (Coleoptera: Curculionidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, Mexico. Revista Chapingo serie Horticultura 5: 313–318.

**Coria, A. V. M. Pescador, E. López, R. Lezama, R. Salgado, M. López, A. Vidales y J. Muñoz. 2007.** Autoecología del Barrenador de rama *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleóptera: Curculionidae) del Aguacate en Michoacán, México. Actas (VI Congreso Mundial del Aguacate) 2007. Viña del Mar, Chile. 12. ISBN No 978-956-17-0413-8. Pp. 1-11.

**Coria A. V. M. 2009** Memoria del XXII curso de actualización frutícola. Fundación Salvador Sánchez Colín. Coatepec Harinas. Manejo integrado de plagas del aguacate. INIFAP., Uruapan, Michoacan.pp.6-18.



**Díaz, P. M. A. 2008.** Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México (CESAVEM).

**Domínguez, J. V. 2006.** Morfología del Barrenador pequeño de la semilla *Conotrachelus perseae* (Barber), (Coleóptera: Curculionidae). (Tesis de maestría), Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. Pp. 5-45.

**Dyar, H. G. 1890.** The number of moults of lepidopterous larvae. *Psyche* 5:420-422.

**Esperk, T. Tammaru, T. and Nylin, S. 2007.** Intraespecific Variability in Number of Larval Instars in Insects. *Economic Entomology* 100:627-645.

**FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2014.** Top production avocados 2012.  
<http://foostat.org/DesktopDefault.aspx?pageID=339&lang=en>.(accessed july 6,2014).

**Gaines, J. C., and F. L. Campbell. 1935.** Dyar's rule as related to the number of instar of the corn earworm, *Heliothis obsoleta* (Fab.), collected in field. *Annals of the Entomological Society of America* 28\_445-461.

**González, A. J. 2003.** Aplicaciones epidemiológicas en estudios espacio-temporales y de muestreo del barrenador de hueso (*Conotrachelus perseae* Barber) y barrenador de ramas (*Coptorus agucatae* Kissinger) del aguacate en Tacámbaro, Michoacana. Tesis de Maestría. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De Mex. 91 p.

**Goldson, S. L., M. R. McNeill, J. R. Proffitt, and D. B. Baird. 2001.** Seasonal variation in larval-instar head-capsule sizes of argentine stem weevil, *Listronotus bonarensis* (Kuschel) (Coleoptera: Curculionidae). *Aust. J. Entomol.* 40:371-375.

**Hernández-Livera, R. A, C. Llanderal-Cáares. L. E. Castillo-Márquez, J. Valdez-Carrasco, y R. Nieto-Hernández. 2005.** Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* Hamm. (Lepidoptera: Cossidae). *Agrociencia* 39:539-544.

**InfoStat, 2008.** InfoStat, software estadístico. Manual del usuario versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Editorial Brujas, Argentina.

**Leos, Rodríguez J A, M. T. Kido-Cruz, R. Valdivia-Alcalá. 2003.** Impacto de las barreras fitosanitarias en el comercio de aguacate entre México y los Estados Unidos de Norteamérica. Rev. Chapingo Ser Hortic 9: 99-103.

**Logan, J. A. 1998.** General program for determining instar distribution from headcapsule widths: Example análisis of mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). Environmental Entomology 27: 332-340.

**Llenderal, P. L., y H. Ortega, 1990.** Hábitos e identificación del Barrenador pequeño de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber) en Ziracuaretiro, Mich. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Maes, J. M. & C. W. O'Brien. 1990. Lista anotada de los Curculionoidea (Coleoptera) de Nicaragua. Rev. Nica. Ent., 12:1-78.

**Maes, J. M., & J. Tellez-Robleto. 1988.** Catálogo de los insectos y artrópodos terrestres asociados a las principales plantas de importancia económica en Nicaragua. Rev. Nica. Ent., 5:1-95.

**Márquez, M. Y. 1958.** El *Conotrachelus aguacatae* Barber. Importante plaga en el estado de Querétaro. Revista Chapingo. ENA.

**Martínez B., R. 1997.** Manejo integrado del cultivo del aguacate. Memorias del 6° curso de aprobación fitosanitaria en el manejo del Aguacate. Facultad de Agrobiología UMSNH, SAGAR, CIAM, DGSV. Uruapan, Michoacán.

**Martínez B., R.; Cabrera O., Estrada, J. C.; y B. L.; Bejarano. 1992.** Muestreo para la detección de áreas infestadas del barrenador del hueso *Conotrachelus perseae* Barber y *Conotrachelus aguacatae* Barber en la región aguacatera de Michoacán. Comité Regional de Sanidad Vegetal. Uruapan, Michoacán, México.

**Medina-Quiroz, F. 2005.** Incidencia del barrenador grande del hueso del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera:Curculionidae) en Tepoztlán, Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México, 39p.

**Monteagudo, R. O. R. 2011.** Fenoogía del Cultivar Hass en tres Ambientes Contrastantes de la Franja Aguacatera del Estado de México. Toluca, Estado de México (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma del estado de México. p.1-86.

**Muñiz, V. R. 1970.** Estudio morfológico de dos especies de *Conotrachelus*, que son plagas del aguacate (*Persea gratissima* Gaertn) en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XXXI: 289-337.

**McClellan, Q. C., and Logan, J. A. 1994.** Instar determination for the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) based on the frequency distribution of head capsule widths. Environmental Entomology 23: 248-253.

**Panzavolta, T. 2007.** Instar determination for *Pissodes castaneus* (Coleoptera: Curculionidae) using head capsule widths and lengths. Environ. Entomol. 36:1054-1058.

**Payan Arzapalo M.A. 2015.** Bioecología del barrenador pequeño de la semilla del aguacatero *C. perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) en Coatepec Harinas, Estado de México, 27p.

**Raccete, G., G. Chouinard, C. Vincent, and S. B. Hill. 1992.** Ecology and management of plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae), in apple orchards. Phytoprotection 73:85-100.

**Sabbatini-Peverieri, G. and Faggi M. 2005.** Determination of age in larvae of *Tomicus destruens* (Wallaston, 1865) (Coleoptera Scolytidae) based on head capsule width. Redia 87: 115-11.

**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002.** Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Diario Oficial de la Federación, México, D.F. pp. 49-65.

**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005.** Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO.2002, Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Publicada el 18 de Mayo de 2005. Consultado el 20 de Noviembre de 2015.

**Salinas, C. A. 1999.** Biología del barrenador pequeño del hueso del aguacate *Conotrachelus perseae* Barber en Tácambaro, Mich. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 60 pp.

**Sánchez, C. S. P., Mijares O. L., López L. y A. F. Barrientos. 1998.** “Historia del aguacate en México”. Publicacion en lines, disponible en internet en el sitio [http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX\\_1998-2001\\_PG\\_171-187.PDF](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX_1998-2001_PG_171-187.PDF). Consultado el 20 de Enero de 2016.

**Sánchez, S. C. y Rubí, A. M. 1994.** Situación Actual del Cultivo del Aguacate en México. California Avocados Society. CICTAMEX, S. C. pp.91-74.

**SENASICA-DPF. 2009.** Apéndice Técnico-Operativo de la Campaña de Manejo Fitosanitario del Aguacate. Dirección General de Sanidad Vegetal, Dirección de Protección Fitosanitaria, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (DGSV, DPF, SENSAICA, SAGARPA). México, D.F.

**SENASICA, 2010.** Plagas Reglamentadas del Aguacatero. <http://www.senasica.gob.mx/?id=675&contenido=6966>. Consultada 12-Agosto-2015.

**SENASICA. S/F.** Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate. Manejo Integrado de los barrenadores del hueso y ramas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Estado de México. <http://www.cesavem.org/divulgacion/aguacate/FOLLETO%20BARRENADOR.pdf>. Folleto de divulgación. 8 p.

**SESAVEGRO. 2010.** Plagas cuarentenarias del aguacatero. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Guerrero. <http://gro.cesavegro.org.mx/campanas/aguacate/aguacate.php>.

**SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2015.** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2014 en México. El Cultivo de Aguacate. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. Disponible en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)

**Schaffer, W. B. and B. N. Wolstenholme. 2002.** The Avocado: Taxonomy and Botany. Historical aspects. P. 16.

**Téliz, O. D. 2002.** El aguacate y su manejo integrado. Plagas del aguacate Ediciones Mundi prensa, México, S. A. de C. V. p. 115.

**Téliz, O. D. y Mora, G. A. 2007.** El aguacate y su Manejo Integrado. 2da. Edición, Mundi prensa, México, S. A. de C. V. p. 320.

**Ventura, M. U., D. Destro, E. C. A. Lopes and R. Montalván. 1999.** Avocado Moth (Lepidoptera: Stenomidae) Damage in two Avocado Cultivars. Florida Entomologist 82: 626-627.

**Wang, J. W., S. X. Zong., B. Q. Gao, and Y. H. Li. 2009.** Characterization of larval instars of artemisia weevil, *Adosomus* sp. Forestry Estudios in China 11:20-23.

**Whitehead, D. 1979.** Recognition characters and distribution records for species of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculionidae) that damage avocado fruits in México and Central América. Systematic Entomology. 81: 105-107.

**Wilcox, D., B. Dove, D. McDavid, and B. Greer. 2002.** UTHSCSA Image Tool for Windows ver. 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio U.S.A.

**Williams, D. J. and D. W. Langor. 2011.** Description of Mature Larvae of *Pissodes yannanensis* Langor and Zhang and *Pissodes punctatus* Langor and Zhang (Coleoptera: Curculionidae) from China. Coleop. Bull. 65:157-166.

**Zamora, R. C. 2000.** Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller) en el estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 87 p.